

APPLICATION SOFTWARE DEVELOPMENT FOR DESIGN OF MECHANICALLY TIMBER CONNECTIONS

PENGEMBANGAN SOFTWARE APLIKASI UNTUK DESAIN SAMBUNGAN KAYU MEKANIS

Yosafat Aji Pranata¹⁾, Widya Saputra²⁾

¹⁾Dosen, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha, e-mail: yosafat.ap@gmail.com

²⁾Alumnus, Program *Double Degree* Teknik Sipil-Sistem Informasi, Universitas Kristen Maranatha

ABSTRACT

Connection design is essential in structural design of the wooden house building. In a wood structural design, definitely needed the application for calculating of the number of connector in a connection. The aim of this research is to develop a software application that is intended to calculate the number of connector in a timber mechanically connection. The connector that can be used are nail, bolt, screw, or dowel. Detailing to place the connector also included in the application. Lateral resistant calculation in accordance with National Design Specification (NDS) 2012. Application is developed using Delphi programming. The results have been validated with several examples of the results of calculations based on the literature review.

Keywords : Mechanically, timber, connection, Delphi, NDS

ABSTRAK

Perencanaan sambungan merupakan hal penting dalam perencanaan struktur bangunan rumah kayu. Dalam suatu perencanaan struktur kayu, pasti diperlukan suatu aplikasi untuk menghitung jumlah alat sambung pada suatu sambungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi perangkat lunak yang ditujukan untuk menghitung kebutuhan jumlah alat sambung pada suatu sambungan mekanis kayu. Alat sambung yang digunakan yaitu dapat berupa paku, baut, sekrup, atau pasak. Pembuatan aplikasi meliputi detailing penempatan alat sambung. Perhitungan tahanan lateral mengacu pada peraturan kayu National Design Specifications (NDS) 2012. Aplikasi dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi. Hasil penelitian telah divalidasi dengan beberapa contoh hasil perhitungan berdasarkan tinjauan literatur.

Kata-kata kunci: Mekanis, kayu, sambungan, Delphi, NDS

PENDAHULUAN

Dewasa ini telah banyak aplikasi-aplikasi dalam bidang teknik sipil yang telah dikembangkan untuk memudahkan praktisi sipil dalam menyelesaikan berbagai macam kasus perencanaan struktur yang ada. Salah satunya adalah dalam bidang struktur kayu. Dalam perencanaan suatu struktur bangunan kayu, terdapat salah satu hal penting, yaitu penyambungan antar komponen batang kayu, hubungan join balok dan kolom, dan lain-lainnya. Dalam desain sambungan tersebut, khususnya sambungan tipe mekanis, terdapat beberapa alternatif alat sambung yang dapat digunakan, yaitu baut, paku, pasak, atau sekrup.

Dalam penelitian ini dirancang sebuah sistem aplikasi perhitungan jumlah alat sambungan yang digunakan dalam sambungan kayu berdasarkan jenis kayu yang ada di Indonesia menggunakan alat pengencang berupa paku, baut, sekrup dan pasak. Dasar teori perencanaan sambungan yang digunakan dalam pembuatan perangkat lunak adalah berdasarkan *National Design Specification* 2012

(NDS 2012). Aplikasi ini diharapkan dapat membantu praktisi sipil khususnya dalam permasalahan menentukan jumlah alat penyambung yang digunakan dalam merancang suatu sambungan kayu.

Penelitian sebelumnya mengenai pengembangan aplikasi perangkat lunak (*software*) untuk perencanaan komponen-komponen struktur kayu, yaitu batang tarik, batang tekan, elemen lentur telah dikembangkan oleh Pranata dkk. (Pranata dan Pattipawaej, 2006; Pranata dan Kristianto, 2008). Perangkat lunak tersebut selain ditujukan untuk keperluan desain praktis, dapat dimanfaatkan sebagai media visualisasi pembelajaran bagi mahasiswa dalam mempelajari dan memahami perencanaan komponen-komponen struktur kayu. Gambar 1 memperlihatkan skematik tampilan perangkat lunak untuk perencanaan batang tekan.

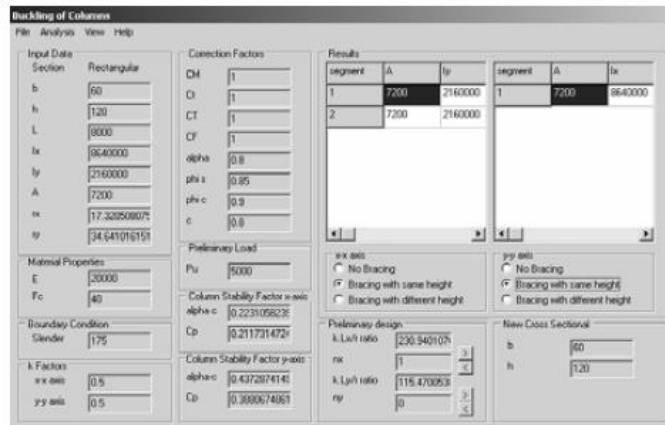
Penelitian mengenai pengembangan perangkat lunak untuk merencanakan sistem balok kayu laminasi-baut telah dikembangkan pula sebelumnya oleh Pranata dkk. (Pranata dkk., 2011). Gambar 2

memperlihatkan skematik tampilan program untuk analisis dan desain sistem balok laminasi.

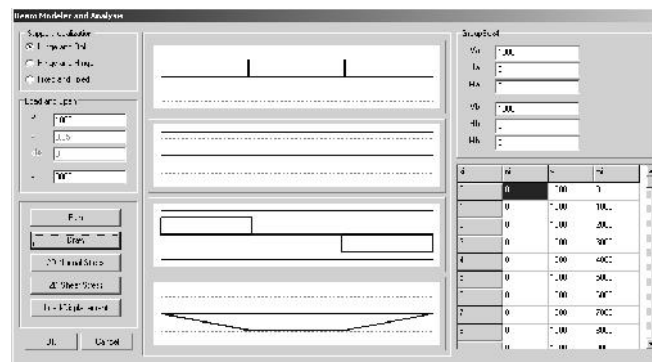
Sistem balok laminasi yang dimaksud (Pranata dkk., 2011) adalah sistem balok yang disusun oleh lebih dari satu lamina kayu, yang disambung secara mekanik menggunakan baut. Variasi jumlah lamina kayu, jumlah baut, ukuran baut, dan panjang balok

dapat dengan mudah direncanakan dengan perangkat lunak tersebut.

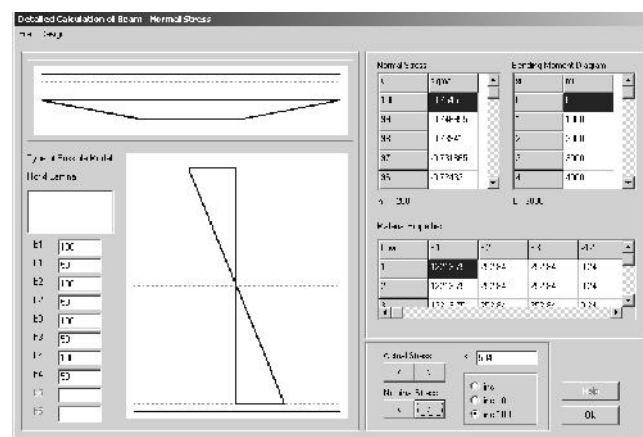
Penelitian dalam tulisan ilmiah ini bertujuan antara lain mengembangkan perangkat lunak untuk merencanakan sambungan kayu dengan alat sambung mekanis.



Gambar 1. Perangkat lunak untuk perencanaan batang tekan (Pranata dan Pattipawaej, 2006)



(a) Diagram Gaya-gaya Dalam



(b) Diagram tegangan normal (lentur)

Gambar 2 Perangkat lunak untuk perencanaan sistem balok kayu laminasi-baut (Pranata dkk., 2011)

Tujuan dan Ruang Lingkup Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengembangkan sistem aplikasi perencanaan sambungan kayu secara terkomputerisasi. Tujuan lain adalah mengetahui data-data yang diperlukan untuk merancang suatu sistem aplikasi sambungan kayu agar mendapatkan hasil perhitungan yang tepat dan akurat, serta detailing gambar sambungan, perhitungan spasi atau jarak serta penempatan alat sambung.

Ruang lingkup penelitian yaitu antara lain alat sambung berupa paku, pasak, sekrup, dan baut, perhitungan perencanaan sambungan kayu mengacu pada *National Design Specification (NDS) 2012* berdasarkan metode *LRFD*, kayu utama dan batang penyambung yang digunakan berupa kayu, jumlah komponen penyambung yang digunakan adalah 2 (dua) dan 3 (tiga) komponen, dan bahasa pemrograman yang digunakan adalah *Delphi* dan basis data *Microsoft Access*.

Data ukuran panjang dan diameter alat sambung, khususnya baut dan paku, menggunakan data hasil survei di lapangan untuk pasaran yang beredar di Indonesia. Basis data kayu menggunakan kayu Indonesia berdasarkan tinjauan literatur Atlas Kayu Indonesia (Puslitbang Teknologi Hasil Hutan, 2004).

TINJAUAN LITERATUR

Kayu

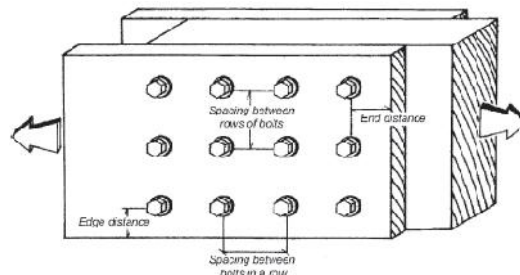
Kayu adalah suatu bahan konstruksi yang didapatkan dari tumbuhan dari alam. Pilihan atas suatu bahan bangunan tergantung dari sifat-sifat teknis, ekonomis, dan dari keindahan. Kayu merupakan material ortotropik, sifat-sifatnya elastis tergantung dari pada arah gaya terhadap arah serat-serat dan lingkaran pertumbuhan.

Material ortotropik artinya mempunyai tiga bidang simetri elastis yang tegak lurus satu terhadap yang lain yaitu longitudinal, tangensial, dan radial, dimana sumbu longitudinal adalah sejajar serat, sumbu tangensial adalah garis singgung lingkaran pertumbuhan dan sumbu radial adalah tegak lurus pada lingkaran pertumbuhan.

Keuntungan dari penggunaan kayu sebagai bahan konstruksi secara singkat antara lain kayu mempunyai rasio kekuatan yang tinggi terhadap berat yang rendah, kayu mempunyai daya tahan yang tinggi terhadap pengaruh kimia dan listrik, dan kayu mudah dikerjakan, relatif murah, dapat mudah diganti jika ada komponen yang rusak.

Sambungan Kayu

Sambungan kayu adalah sebuah konstruksi untuk menyatukan dua atau lebih batang kayu untuk memenuhi kebutuhan panjang, lebar atau tinggi tertentu dengan bentuk konstruksi yang sesuai dengan gaya-gaya yang akan bekerja pada batang kayu tersebut sesuai penggunaan konstruksi kayu tersebut. Pada prinsipnya sambungan kayu dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu Sambungan kayu ke arah memanjang, Sambungan kayu ke arah melebar, dan sambungan kayu ke arah menyudut.



Gambar 3. Sambungan kayu batang tarik (NDS, 2012)

Gaya-gaya yang terjadi pada suatu sambungan yaitu antara lain Gaya tarik (bila yang bekerja gaya tarik, maka sambungan kedua batang kayu tersebut harus saling mengait agar tidak mudah lepas, misalnya memakai sambungan bibir miring berkait, dan gaya tekan (bila yang bekerja gaya tekan, maka sambungan kedua batang kayu diusahakan agar permukaan batang yang akan disambung saling menempel rapat. Misalnya memakai sambungan lurus tekan).

Sambungan harus direncanakan berdasarkan metode *LRFD* sesuai *NDS (NDS, 2012)* dengan persamaan berikut,

$$Z_u \leq \phi_w \cdot Z' \quad (1)$$

dengan:

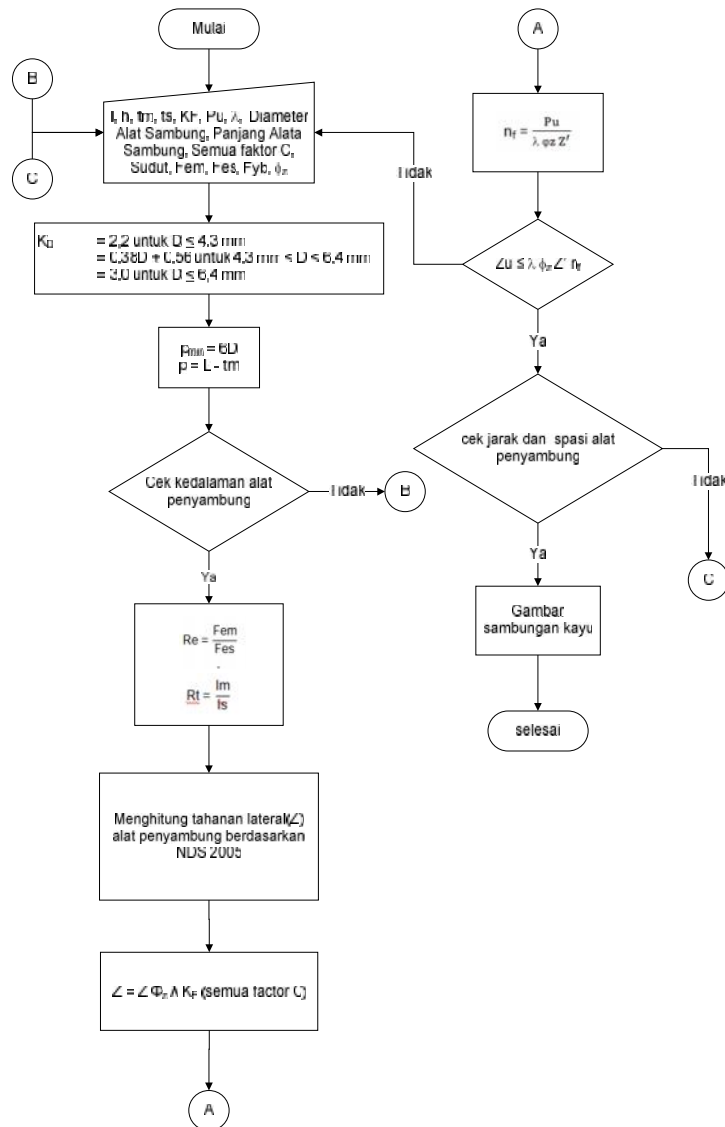
Z_u = tahanan perlu sambungan

= faktor waktu

ϕ_w = faktor tahanan sambungan

Z' = tahanan terkoreksi sambungan

Skematik diagram bagan alir perhitungan kebutuhan jumlah alat sambung, perhitungan jarak/spasi antar alat sambung, selengkapnya ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Bagan alir perhitungan sambungan kayu

Tahanan lateral acuan dari suatu sambungan yang menggunakan paku, baut, pasak, atau sekrup satu irisan yang dibebani secara tegak lurus terhadap sumbu alat sambung dan dipasang tegak lurus sumbu komponen struktur, diambil sebagai nilai terkecil dari nilai-nilai yang dihitung menggunakan persamaan tahanan lateral (Z) untuk paku, baut, sekrup, atau pasak yang dikalikan dengan jumlah alat sambung (n_f) sesuai *NDS* (*NDS*, 2012). Perhitungan tahanan lateral tersebut bergantung pada kemungkinan moda kegagalan yang dapat terjadi.

Tahanan lateral terkoreksi (Z') dihitung dengan mengalikan tahanan lateral (Z) dengan faktor-faktor koreksi (C), faktor konversi format (K_F), faktor yang berkaitan dengan beban (w_z), dan faktor waktu (λ), yaitu sebagai berikut,

- Paku $Z' = Z w_z K_F$ (semua factor C)
- Baut $Z' = Z w_z K_F (C_M C_t C_g C_\Delta)$

- Sekrup $Z' = Z w_z K_F (C_M C_t C_g C_\Delta C_{eg})$
- Pasak $Z' = Z w_z K_F (C_M C_t C_{eg} C_\Delta)$

PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN Pengembangan Perangkat Lunak

Secara umum, fitur utama yang terdapat pada perangkat lunak Aplikasi Perencanaan Sambungan Kayu Mekanis adalah menu *login* bagi pengguna (*user*) baik yang telah terdaftar maupun yang akan mendaftarkan. Fitur utama berikutnya adalah pemilihan tipe alat sambung yang akan digunakan, tampilan menu ini dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 6 memperlihatkan tampilan menu untuk perhitungan sambungan kayu dengan alat sambung paku. Dalam fitur ini, basis data berbagai ukuran diameter dan panjang paku yang ada di pasaran Indonesia telah disediakan. Namun demikian,

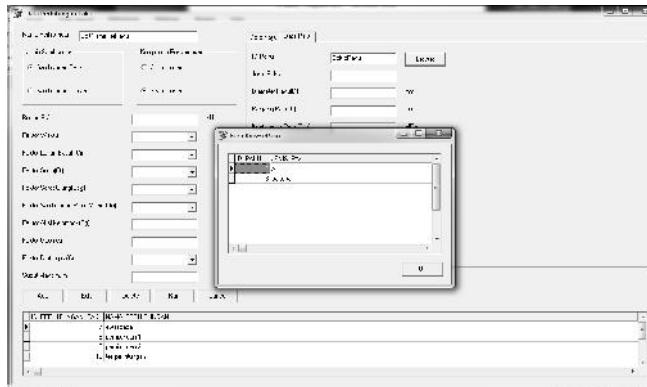
pengguna dapat pula memasukkan ukuran diameter dan panjang paku baru (*custom*).

Gambar 7 memperlihatkan tampilan menu untuk perhitungan sambungan kayu dengan alat sambung baut. Dalam fitur ini, basis data berbagai ukuran diameter dan panjang baut yang ada di pasaran

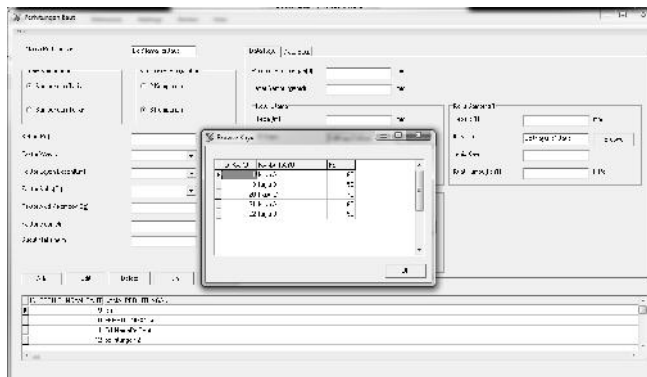
Indonesia telah disediakan. Namun demikian, pengguna dapat pula memasukkan ukuran diameter dan panjang baut baru (*custom*).



Gambar 5. Pilihan alat sambung mekanis



Gambar 6. Tampilan untuk perhitungan sambungan kayu dengan alat sambung paku



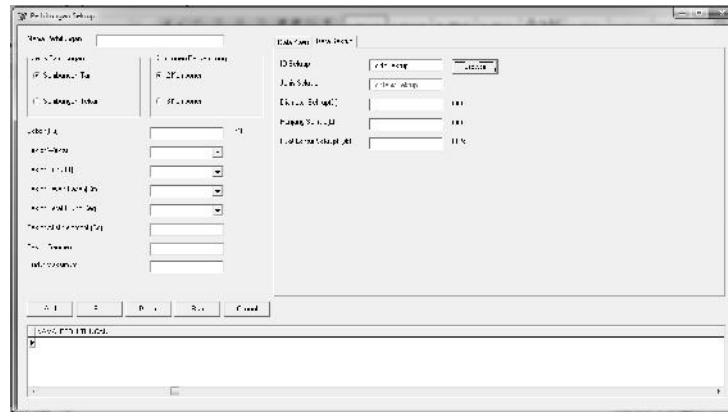
Gambar 7. Tampilan untuk perhitungan sambungan kayu dengan alat sambung baut

Gambar 8 memperlihatkan tampilan menu untuk perhitungan sambungan kayu dengan alat sambung sekrup. Dalam fitur ini, basis data berbagai ukuran diameter dan panjang sekrup yang ada di pasaran Indonesia telah disediakan. Namun demikian, pengguna dapat pula memasukkan ukuran diameter dan panjang sekrup baru (*custom*).

Gambar 9 memperlihatkan tampilan menu untuk perhitungan sambungan kayu dengan alat sambung baut. Dalam fitur ini, basis data beberapa

contoh ukuran diameter dan panjang pasak telah disediakan. Namun demikian, pengguna dapat pula memasukkan ukuran diameter dan panjang baut baru (*custom*).

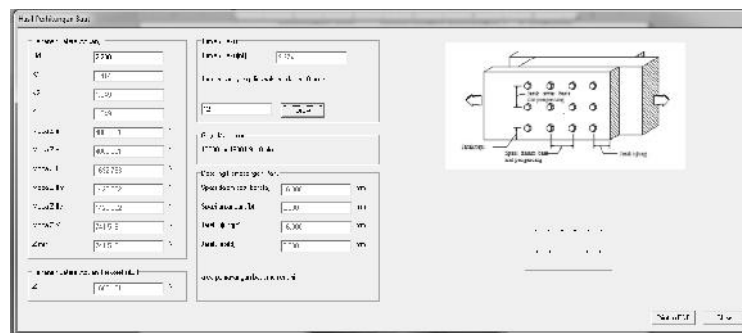
Gambar 10 memperlihatkan contoh hasil perhitungan untuk sambungan kayu dengan alat sambung baut. Hasil perhitungan kebutuhan jumlah alat sambung dan konfigurasi dapat ditampilkan pada menu layar.



Gambar 8. Tampilan untuk perhitungan sambungan kayu dengan alat sambung sekrup



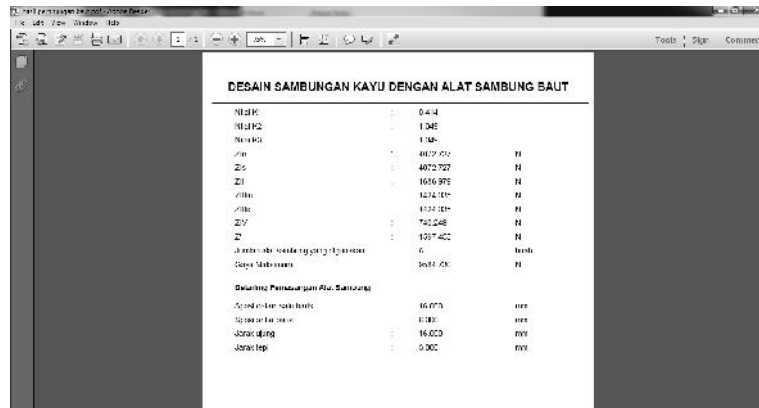
Gambar 9. Tampilan untuk perhitungan sambungan kayu dengan alat sambung pasak



Gambar 10. Tampilan hasil perhitungan

Gambar 11 memperlihatkan contoh hasil perhitungan untuk sambungan kayu dengan alat sambung baut dalam format file PDF. Fitur ini

dimaksudnya untuk membantu pengguna dalam mengolah laporan hasil perhitungan.

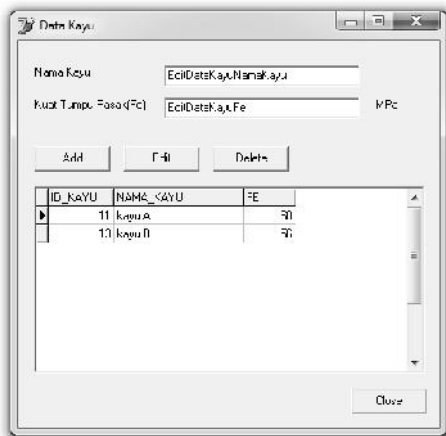


Gambar 11. Tampilan hasil perhitungan dalam bentuk PDF

Gambar 12 memperlihatkan menu basis data kayu. Data yang diperlukan adalah kekuatan tumpu kayu (F_E).

kelompok (C_g) dan faktor geometri digunakan masing-masing sebesar 1,0.

Hasil perhitungan selengkapnya ditampilkan pada Gambar 13, Gambar 14, dan Gambar 15.



Gambar 12. Tampilan untuk data kayu

Validasi Perangkat Lunak

Dalam penulisan ini, digunakan validasi hasil perhitungan perangkat lunak dengan menggunakan data-data untuk perencanaan sambungan kayu batang tarik, dengan kayu utama berukuran tebal 40 mm, dengan kekuatan tumpu (F_E) sebesar 56,192 MPa, sedangkan kayu penyambung terbuat dari jenis kayu yang sama dengan tebal 40 mm.

Data beban dan faktor-faktor koreksi yaitu: Beban (gaya) tarik yang bekerja 15 kN, faktor waktu () diasumsikan sebesar 0,8, Faktor layan basah (C_M) sebesar 1,0 dengan anggapan bahwa kondisi kayu adalah kering dengan kadar air 12%. Faktor temperatur (C_t) sebesar 1,0 dengan anggapan bahwa temperatur ruangan di lokasi sambungan kayu dan struktur bangunan adalah 25° C. Faktor aksi



Gambar 13. Hasil perhitungan contoh kasus batang tarik dengan beban sebesar 15 kN

Spasi dalam satu baris(a)	<input type="text" value="16.000"/>	mm
Spasi antar baris(b)	<input type="text" value="6.000"/>	mm
Jarak ujung(c)	<input type="text" value="20.000"/>	mm
Jarak tepi(d)	<input type="text" value="3.000"/>	mm

area pemasangan baut memenuhi

Gambar 14. Detail jarak alat penyambung



Gambar 15. Detail penempatan alat sambung baut

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari verifikasi perhitungan manual dengan hasil yang didapat dari aplikasi menunjukkan kesamaan.
2. Langkah demi langkah perhitungan dijelaskan pada perangkat lunak (*software*) sehingga pengguna dapat mempelajari perhitungan sambungan kayu menggunakan alat sambung berupa paku, baut, sekrup, dan pasak.
3. Hasil dari perhitungan berupa tahanan lateral acuan (Z), tahanan lateral acuan terkoreksi (Z'), jumlah alat sambung, gaya tarik maksimum, dan detailing penempatan alat sambung.
4. Aplikasi ini bekerja dengan cara mengolah data-data kayu, paku, baut, sekrup, pasak, dan beban yang digunakan untuk mendapatkan jumlah alat sambung yang akan digunakan dalam sebuah sambungan kayu menggunakan alat sambung berupa paku, baut, sekrup, dan pasak dari tiap perhitungan paku, perhitungan baut, perhitungan sekrup dan perhitungan pasak.
5. Dengan adanya aplikasi ini mempermudah pengguna untuk merancang suatu sambungan secara terkomputerisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, J. *Sistem Sambungan pada Bangunan Rumah Sederhana dari Kayu yang Tahan Gempa*, <http://puskonkaftsp.wordpress.com>, diakses pada tanggal 6 April 2013.
- Dittman, W.B. (2004). *System Analysis And Design Methods 6th Editions*, The McGraw-hill Companies, New York.
- National Design Specifications. (2012). *ASD/LRFD NDS National Design Specifications 2012 for Wood Construction*, National Design Specifications, USA.
- Pranata, Y.A. Pattipawaej, O. (2006). *Optimization on the Application of Bracing for Design of Long Column*, The 9th. International Conference on Quality in Research, University of Indonesia, Depok, Indonesia, September 6-7, 2006.
- Pranata, Y.A., Kristianto, A. (2008). *Visualisasi Pembelajaran Tekuk Pada Kolom Dengan Bantuan Software Berbasis Perhitungan Numerik*, Jurnal Teknik Sipil Volume 4 Nomor 1, pp. 77-86, April 2008.
- Pranata, Y.A., Suryoatmono, B., Tjondro, J.A. (2011). *Perangkat Lunak untuk Analisis dan Desain Balok Laminasi*, Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia, 2 November 2011, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Puslitbang Teknologi Hasil Hutan. (2004). *Atlas Kayu Indonesia*, Puslitbang Teknologi Hasil Hutan.
- Williamson, Thomas G. (2002). *APA Engineered Wood Handbook*, McGraw-Hill Companies, New York.